

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-224027

(43)Date of publication of application : 12.08.1994

(51)Int.Cl. H01F 7/02

H01F 3/10

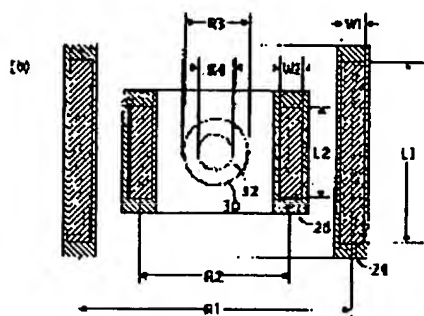
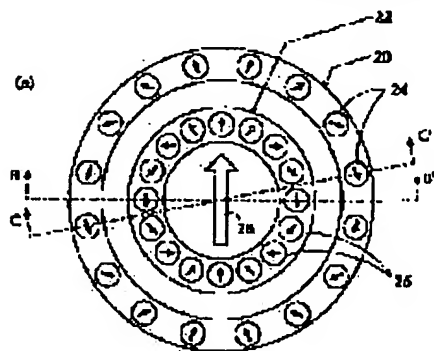
(21)Application number : 05-027225

(71)Applicant : SHIN ETSU CHEM CO LTD

(22)Date of filing : 22.01.1993

(72)Inventor : YONEDA SUKEHITO

## (54) MAGNETIC FIELD GENERATOR



### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To fluctuate the magnetic field intensity by a method wherein multiple dipole ring magnets are arranged in exceeding dual rings while respective bipole ring magnets are independently turned.

**CONSTITUTION:** The magnetic field generated in dual dipole ring is to be composed of the magnetic field generated by outer dipole ring magnet 20 and that generated by inner dipole ring magnet 22 laminated with each other. On the other hand, when the permanent magnets 24, 26 are arranged with the magnetizing directions following the arrow directions, upward magnetic fields are generated in the central parts of both ring magnets 20 and 22 while the laminated magnetic fields follow the direction of the arrow 28. At this time,

when the ring magnet 20 is turned around the ring magnet 22, the directions of the magnet fields generated by both ring magnets 20, 22 are to be slipped off so that the directions and intensities of the laminated magnetic fields of the ring magnets 20 and 22 may fluctuate in proportion to the turning. Through these procedures, the magnetic field intensity can be fluctured by the device using the permanent magnets 24, 26 while sustaining the constant size of an even magnetic field space.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2704352号

(45) 発行日 平成10年(1998) 1 月26日

(24) 登録日 平成 9 年(1997)10月 9 日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 F 7/02 3/10			H 0 1 F 7/02 3/10	D

請求項の数 1 (全 5 頁)

(21) 出願番号	特願平5-27225	(73) 特許権者	000002060 信越化学工業株式会社 東京都千代田区大手町二丁目6番1号
(22) 出願日	平成5年(1993) 1 月22日	(72) 発明者	米田 祐仁 福井県武生市北府2丁目1番5号 信越 化学工業株式会社 磁性材料研究所 内
(65) 公開番号	特開平6-224027	(74) 代理人	弁理士 森崎 俊明
(43) 公開日	平成6年(1994) 8 月12日	審査官	植松 伸二

(54) 【発明の名称】 磁場発生装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の異方性磁石の磁化方向の角度を変えながらリング状に配置して双極子リング磁石を構成し、該双極子リング磁石を複数個使用して磁場を発生させる装置において、  
上記双極子リング磁石を二重以上に配置し、かつ、該双極子リング磁石の各々が独立して回転することを特徴とする磁場発生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明に係る磁場発生装置は、均一磁場を必要とし、かつ、磁場強度を変える必要のある分野に用いられる。たとえば、加速器での偏向用磁石では粒子のエネルギーに応じて、プラズマエッチングでは磁性を持ったターゲットの厚みに応じて、磁場強度を変

える必要があるし、また、磁場配向した試料の X 線回折においても磁場強度変化の要望がある。

【0002】

【従来の技術】 ある一定の空間内に均一磁場を発生させる技術は、磁気共鳴断層装置などの医療関係、加速器での偏向用磁石、半導体プロセスのプラズマエッチング及びスパッタ、磁場配向した試料の X 線回折などの分野に必要とされる。

【0003】 上記の分野の中には、発生する均一磁場の強度を変化させたいという要望のある分野がある。たとえば、上記の産業上の利用分野の欄で述べたように、加速器での偏向用磁石では粒子のエネルギーに応じて、プラズマエッチングでは磁性を持ったターゲットの厚みに応じて磁場強度を変えたいという要望があり、また、磁場配向した試料の X 線回折においても磁場強度変化の要

望がある。

【0004】均一磁場を発生させる磁場発生装置には、たとえば、双極子リング磁石型磁場発生装置、永久磁石対向型磁場発生装置、電磁石あるいは超伝導磁石を用いた磁場発生装置などがある。

【0005】ところが、従来の双極子リング磁石型磁場発生装置では磁場強度を変えることができなかった。

【0006】また、永久磁石対向型磁場発生装置の場合は、磁場強度を変えるために対向磁石間の間隔を変更しなければならず、均一磁場空間の大きさも変化してしまうという問題があった。

【0007】一方、電磁石あるいは超伝導磁石を用いた磁場発生装置の場合は、均一磁場を発生させ、装置に流す電流量を変化させることにより、その均一磁場空間の大きさを変えずに磁場強度を変えることができる。しかし、電磁石あるいは超伝導磁石を用いた磁場発生装置は安定な電源、冷却手段などを必要とするために、装置全体が大がかりになるという問題があった。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、均一磁場空間の大きさを一定に保ちながら磁場強度を変化させることのできる、永久磁石を用いた磁場発生装置を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】複数の異方性磁石の磁化方向の角度を変えながらリング状に配置して双極子リング磁石を構成し、該双極子リング磁石を複数個使用して磁場を発生させる装置において、上記複数の双極子リング磁石を二重以上に配置し、かつ、該双極子リング磁石の各々が独立して回転することを特徴とする磁場発生装置を提供する。

【0010】

【実施例】本発明では、均一磁場を発生させる装置として双極子リング磁石型磁場発生装置を用い、これを二重以上に配置して、磁場強度を変化させることのできる磁場発生装置を作製する。

【0011】本発明の磁場発生装置を説明する前に、一重の双極子リング磁石型磁場発生装置について説明する。この装置の例を図4に示す。図4(a)は装置を上からみた図、図4(b)は図4(a)のAA'断面を示した図である。

【0012】図4の例では16個の永久磁石2をリング枠4の中に配置して、双極子リング磁石6を構成している。磁石2内の矢印は、各々の磁石の磁化の向きを示している。

【0013】図のように磁化された永久磁石2をリング状に配置することにより、双極子リング磁石6の中心部分に矢印8の向きの磁場が発生する。この時、リング枠4内がすべて均一磁場となるわけではなく、中心部分のみが均一磁場となる。図4の装置における均一磁場領域

は、空間10(通常、均一磁場領域は球体となるよう、磁場発生装置は設計される)である。

【0014】発生する磁場の強度と均一磁場空間10の体積は、双極子リング磁石に用いる各磁石の大きさ(長さL及び厚さ(図4では直径)W)で決まる。

【0015】また、双極子リング磁石型磁場発生装置は磁石のみで磁気回路が構成されている。すなわち、永久磁石対向型磁場発生装置のように継鉄が用いられてはいない。このため、装置の外部で発生した磁場が、その向きを変えることなく双極子リング磁石の内側にまで浸透することができる。よって、外部で発生した磁場を、双極子リング磁石内に発生している磁場と重ね合わせることができる。本発明は、この点に着目したものである。

【0016】本発明の磁場発生装置の例を図1に示す。図1(a)は装置を上からみた図、図1(b)は、図1(a)のBB'断面とCC'断面を便宜上まとめて示した図である。

【0017】本発明の装置は、双極子リング磁石を二重に配置している。二重の双極子リング磁石の中に発生する磁場は、外側の双極子リング磁石20による磁場と内側の双極子リング磁石22による磁場とを重ね合わせたものとなる。

【0018】図1(a)のように永久磁石24及び26の磁化を図の矢印の向きに向けて配置した場合には、双極子リング磁石20も22も中心部分に上向き(図1(a)において)の磁場を発生する。したがって、重ね合わせられた磁場は矢印28の向きとなる。

【0019】ここで、外側の双極子リング磁石20を内側の双極子リング磁石22に対して回転させていくと(または、その逆を行うと)、両方の双極子リング磁石の作る磁場の向きがずれ、回転を進めるにつれて、双極子リング磁石20と22との磁場を重ね合わせた磁場は、その向きと強度が変化する。

【0020】例として、双極子リング磁石20を双極子リング磁石22に対してある角度だけ回転させた場合について、図2を用いて説明する。図2(a)の矢印34、36は、双極子リング磁石20、22が作る磁場の向きを表わしている。各々の磁場の大きさと向きを考慮してベクトル表示すると、図2(b)のベクトル37、38となる。図2(b)に示したように、各々の双極子リング磁石20、22が作る磁場(ベクトル37、38)を加えた(ベクトル合成した)もの(ベクトル39)が、双極子リング磁石20と22との合成磁場になっている。

【0021】したがって、外側の双極子リング磁石20と内側の双極子リング磁石22との作る磁場の向きが同じ場合には二重リング内に発生する磁場の強度は最大になり、反対の場合には最小となる。

【0022】合成磁場による均一磁場空間の大きさは、外側の双極子リング磁石20が作る均一磁場空間30と

内側の双極子リング磁石22が作る均一磁場空間32のうち、どちらか小さい方の空間の大きさとなる(図1の場合は空間32となる)。

【0023】以上のように、外側あるいは内側の双極子リング磁石を回転させることにより、装置内の磁場の強度を変化させることができる。しかも、均一磁場空間

(図1の場合は空間32)の大きさは変わらないという利点もある。ただし、磁場強度を変えるために双極子リング磁石を回転させていくと、合成磁場の向きが変化してしまう。ところが、通常は磁場の向きを一定にしておきたい場合が多いので、その場合は磁場発生装置全体の向きを磁場の向きに合わせて回転させるか、または後述するような三重リング構成とすれば良い。

【0024】以下に本発明の実施例を示す。本実施例では、次のような二重の双極子リング磁石型磁場発生装置を用いた。

【0025】永久磁石として、 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ 系の磁石を用いた。外側のリングには直径W1が42mm、長さL1が300mmの円柱状磁石24を16個配置し、上から見たとき(図1(a)の状態のとき)に、磁石24の中心が円を描き、その直径R1が450mmとなるようにした。一方、内側のリングには直径W2が42mm、長さL2が150mmの円柱状磁石26を16個配置し、磁石26の中心が描く円の直径R2が250mmとなるようにした。

【0026】以上の設定により、外側の双極子リング磁石20による、磁束密度400Gの均一磁場空間30

(直径R3が100mmの球体)と、内側の双極子リング磁石22による、磁束密度1600Gの均一磁場空間32(直径R4が50mmの球体)とが得られた。よって、合成磁場の均一磁場空間は直径R4(=50mm)の球体空間32となり、合成磁場の磁束密度の最大値は2000G、最小値は1200Gとなる。

【0027】上で述べたように、本実施例における二重の双極子リング磁石型磁場発生装置は、均一磁場空間を直径R4=50mmの球体空間32に保ったまま、発生磁場の磁束密度を1200Gから2000Gまで変えることができる。

【0028】以上の説明よりわかるように、本発明に係る磁場発生装置の特徴は、均一磁場空間を一定に保ちながら、発生磁場の強度を変えることができる点にある。

【0029】また、使用する磁石は永久磁石であるた

め、電磁石・超伝導磁石のように安定な電源・冷却装置を必要とせず、したがって、装置が複雑にならないのでメンテナンスがほとんど必要ないという利点がある。

【0030】さらにまた、合成磁場の強度は、各々の双極子リング磁石の作る磁場の大きさと、各磁場同士のなす角度より簡単に計算で求めることができる。合成磁場の大きさを求めることは、従来の、たとえば永久磁石対向型磁場発生装置では、計算機を用いても難しいものであった。よって、本発明の、簡単に計算できるという点は画期的なことであり、磁場発生装置を設計する上で大変利便な点である。

【0031】例として、上記の実施例の場合の合成磁場強度の計算値と測定値を図3に示す。横軸は外側の双極子リング磁石20が作る磁場(磁束密度400G)と内側の双極子リング磁石22が作る磁場(磁束密度1600G)とのなす角度、縦軸は合成磁場の磁束密度の大きさを表わす。計算値40が測定値42をよく再現していることがわかる。

【0032】図1に示した例の場合、一定の向きの磁場を得るためには、磁場装置全体の向きを回転させる必要がある。しかし、たとえば、双極子リング磁石を三重にした磁場発生装置を作製し、そのうち2つの双極子リング磁石の作る磁場強度を等しくして、この2つのリングをお互い反対方向に等しい角度だけ回転させるようにすれば、合成磁場の向きを一定の向きに固定し、さらにもうひとつのリングで磁場強度をバイアスとして与えたまま磁場強度を変化させることができる。

【0033】

【発明の効果】本発明に係る双極子リング磁石型磁場発生装置により、永久磁石を用いた装置で、均一磁場空間の大きさを一定に保ちながら磁場強度を変化させることができるようになった。

【図面の簡単な説明】

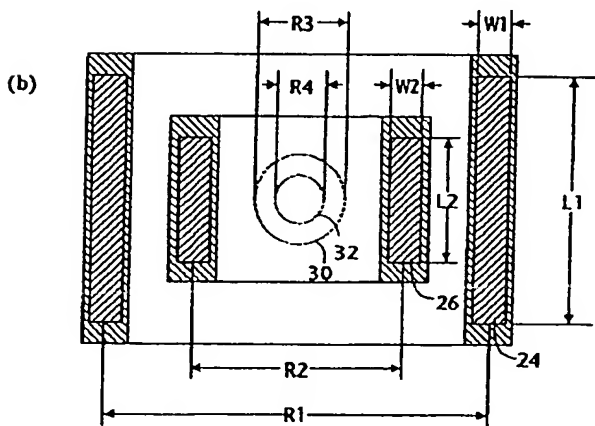
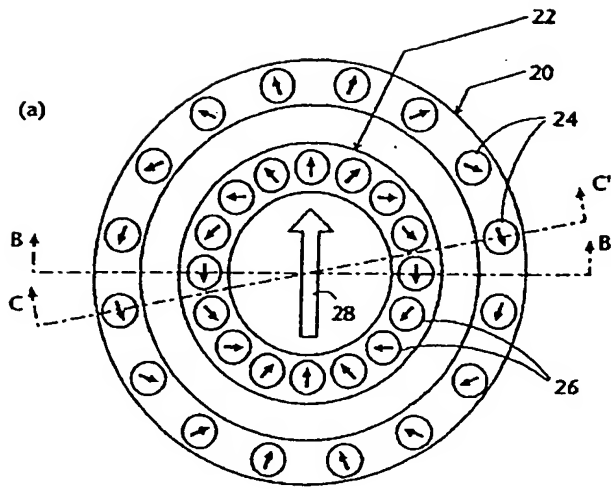
【図1】本発明の二重の双極子リング磁石型磁場発生装置の例。

【図2】本発明において2つの双極子リング磁石のうちの一方向ある角度だけ回転した場合の合成磁場を説明する図。

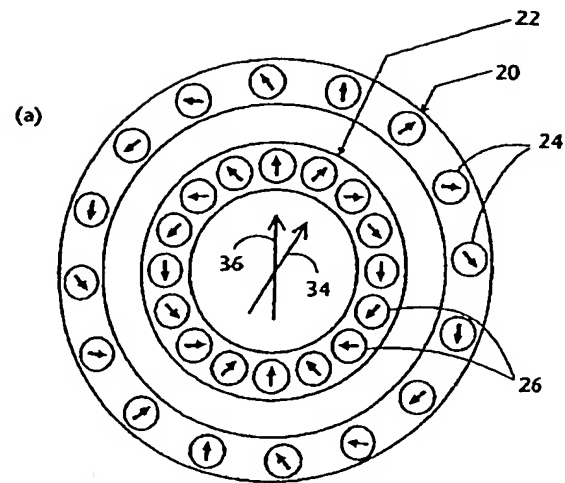
【図3】本発明の二重の双極子リング磁石型磁場発生装置が作る磁場の強度の計算値および測定値の例。

【図4】双極子リング磁石の説明図。

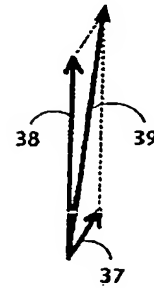
【図 1】



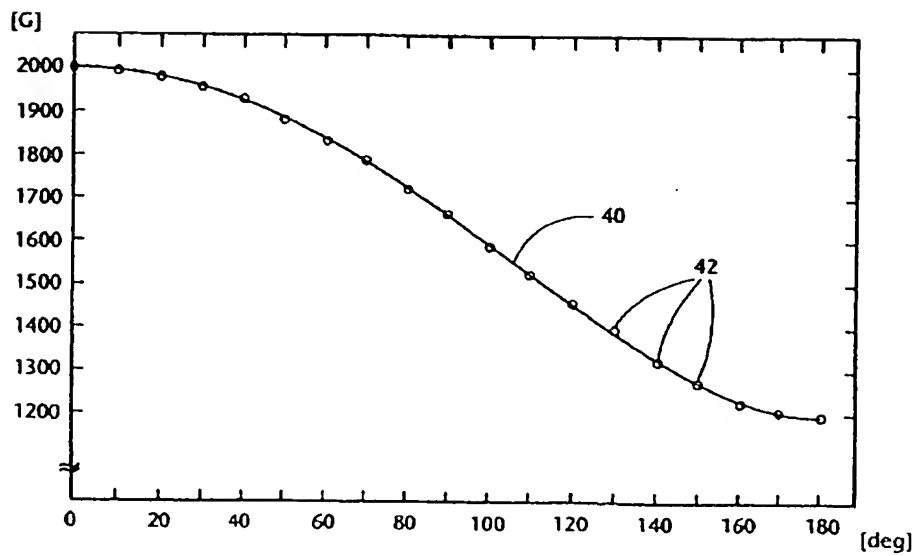
【図 2】



(b)



【図 3】



[図 4]

